

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Ken KANAI

GAU: 2841

SERIAL NO: 10/770,446

EXAMINER:

FILED: February 4, 2004

FOR: METHOD FOR REDUCING ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE WAVE AND HOUSING  
STRUCTURE

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:


<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2003-031395	February 7, 2003
JAPAN	2003-198549	July 17, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak  
Registration No. 24,913

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26, 803

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年    2 月    7 日  
Date of Application:

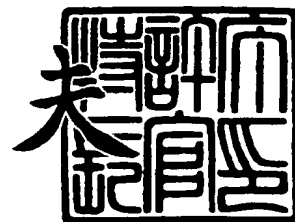
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 3 1 3 9 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 3 1 3 9 5 ]

出    願    人            株 式 会 社 リ コ ー  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0208767

【提出日】 平成15年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 29/00

【発明の名称】 電磁妨害波低減方法及び筐体構造

【請求項の数】 22

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号  
                                株式会社リコー内

    【氏名】 金井 健

【特許出願人】

    【識別番号】 000006747

    【氏名又は名称】 株式会社リコー

    【代表者】 桜井 正光

【代理人】

    【識別番号】 100084250

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 丸山 隆夫

    【電話番号】 03-3590-8902

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 007250

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0207936

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電磁妨害波低減方法及び筐体構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属筐体内部に設置される電子機器にて生じる電磁妨害波を低減させる電磁妨害波低減方法であって、前記金属筐体の具備する隙間部分を前記金属筐体内部で所定の数式によって算出される磁界の中心位置から放射状に形成することを特徴とする電磁妨害波低減方法。

【請求項 2】 前記金属筐体の寸法は、電磁波ノイズ規制の上限周波数より高い周波数だけで筐体内電磁波の共振周波数が発生するように設定することを特徴とする請求項 1 記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 3】 前記金属筐体を接合するための接合面を、前記放射状に形成される隙間部分の長手方向に沿うように設けることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 4】 前記放射状に形成される隙間部分を前記金属筐体の上部または前記金属筐体の下部または前記金属筐体の上下部に設けることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 5】 前記金属筐体に金属管を設け、該設けた金属管開口部の幅が低減する周波数の波長の半分以下とすることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 6】 前記金属筐体内部に設置される電子機器の電気信号を光信号に変換する電気光変換素子と、

前記電気光変換素子により変換された光信号を前記隙間部分から筐体外部に送り出す光ファイバと、

前記光ファイバにより筐体外部に送り出された光信号を電気信号に変換する光電気変換素子と、

を新たに設け、前記金属筐体内の電子機器の電気信号を電気光変換素子により光信号に変換し、該変換した光信号を、前記光ファイバを介して前記隙間部分から筐体外部の光電気変換素子に送り出し電気信号に変換することを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 7】 前記金属筐体内部に設置される電子機器の電気信号を赤外線に変換する電気赤外線変換素子と、

前記電気赤外線変換素子により変換された赤外線を電気信号に変換する赤外線電気変換素子と、

を新たに設け、前記金属筐体内の電子機器の電気信号を電気赤外線変換素子により赤外線信号に変換し、該変換した赤外線を隙間部分から筐体外部に送り出し、該送り出した赤外線を赤外線電気変換素子により電気信号に変換することを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 8】 前記金属筐体に設置される電子機器で発生した熱を筐体外部に放出するヒートパイプを筐体壁面に沿って新たに設けることを特徴とする請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 9】 前記金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いることを特徴とする請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 10】 前記金属薄膜層を内側に施した筐体としてプラスチック素材を用いたことを特徴とする請求項 9 記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 11】 前記金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いる場合には、前記薄膜層に接触するように前記金属管を設けることを特徴とする請求項 5 記載の電磁妨害波低減方法。

【請求項 12】 金属筐体内部に設置される電子機器にて生じる電磁妨害波を低減させる筐体構造であって、

前記金属筐体は、

前記金属筐体内部で所定の数式によって算出される磁界の中心位置から放射状に形成された隙間部分を有することを特徴とする筐体構造。

【請求項 13】 前記金属筐体の寸法は、電磁波ノイズ規制の上限周波数より高い周波数だけで筐体内電磁波の共振周波数が発生するように設定することを特徴とする請求項 12 記載の筐体構造。

【請求項 14】 前記金属筐体を接合するための接合面を、前記放射状に形成される隙間部分の長手方向に沿うように設けることを特徴とする請求項 12 または 13 記載の筐体構造。

【請求項 1 5】 前記放射状に形成される隙間部分を前記金属筐体の上部または前記金属筐体の下部または前記金属筐体の上下部に設けることを特徴とする請求項 1 2 から 1 4 の何れか 1 項に記載の筐体構造。

【請求項 1 6】 前記金属筐体に金属管を設け、該設けた金属管開口部の幅が低減する周波数の波長の半分以下とすることを特徴とする請求項 1 2 から 1 5 の何れか 1 項に記載の筐体構造。

【請求項 1 7】 前記金属筐体内部に設置される電子機器の電気信号を光信号に変換する電気光変換素子と、

前記電気光変換素子により変換された光信号を前記隙間部分から筐体外部に送り出す光ファイバと、

前記光ファイバにより筐体外部に送り出された光信号を電気信号に変換する光電気変換素子と、

を新たに設けたことを特徴とする請求項 1 2 から 1 6 の何れか 1 項に記載の筐体構造。

【請求項 1 8】 前記金属筐体内部に設置される電子機器の電気信号を赤外線に変換する電気赤外線変換素子と、

前記電気赤外線変換素子により変換された赤外線を電気信号に変換する赤外線電気変換素子と、

を新たに設けたことを特徴とする請求項 1 2 から 1 7 の何れか 1 項に記載の筐体構造。

【請求項 1 9】 前記金属筐体に設置される電子機器で発生した熱を筐体外部に放出するヒートパイプを筐体壁面に沿って新たに設けることを特徴とする請求項 1 2 から 1 8 の何れか 1 項に記載の筐体構造。

【請求項 2 0】 前記金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いることを特徴とする請求項 1 2 から 1 9 の何れか 1 項に記載の筐体構造。

【請求項 2 1】 前記金属薄膜層を内側に施した筐体としてプラスチック素材を用いたことを特徴とする請求項 2 0 記載の筐体構造。

【請求項 2 2】 前記金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いる場合には、前記薄膜層に接触するように前記金属管を設けることを特徴とする

請求項 1 6 記載の筐体構造。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子機器を具備する筐体に生じる電磁妨害波を低減させる電磁妨害波低減方法及び筐体構造に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、電子機器が搭載されている各種装置が普及しているが、近年の電子機器の高機能化、高クロック化に伴い電子機器から発生する電磁波による障害が問題となっている。特に、複写機などの画像読取部においては、高画質化のためにクロック数が高くなっており、漏洩する電磁波ノイズの各部への影響がさらに問題となっている。

【 0 0 0 3 】

また、本発明と類似する従来の複写機として、画像読取部および画像書込部および画信号を補正処理する一次信号処理部等の電子部品からなる電子機器部分を、アースされた導電性の筐体内部に収納して電磁波シールドを図り、筐体外部へ漏洩する電磁波ノイズを低減する複写機がある（特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 4 】

【特許文献】

特開平 5 - 1 9 9 3 4 0 号公報

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の複写機においては、導電性の筐体に收容した電子機器からの放熱のため、筐体において隙間部を形成することは必要なこととなる。このため、隙間部から電磁波ノイズが漏洩して放熱効果と電磁波ノイズのシールドとの両立ができないという問題がある。

特に、従来の複写機においては、画像読取部のスキャナを構成する筐体には、高周波数の作動クロックの読取装置および信号処理部が設置されているため、導

電性の筐体に収容しても小さな放熱用の隙間部から電磁波ノイズが漏れてしまう虞があった。

#### 【0006】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、電子機器が搭載される筐体寸法で決定する共振周波数の電磁界分布、および金属筐体表面を流れる電流分布と筐体の隙間部の位置関係に着目し、電子機器の構成を複雑にすることなく、電磁波ノイズのシールドと放熱効果を両立した電磁妨害波低減方法及び筐体構造を提供することを目的とする。

#### 【0007】

また、製造が容易な筐体を用いた電磁波ノイズのシールドと放熱効果を両立した電磁妨害波低減方法及び筐体構造を提供することを目的とする。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、本発明は以下のような特徴を有する。

請求項1記載の発明は、金属筐体内部に設置される電子機器にて生じる電磁妨害波を低減させる電磁妨害波低減方法であって、金属筐体の具備する隙間部分を金属筐体内部で所定の数式によって算出される磁界の中心位置から放射状に形成することを特徴とする。

#### 【0009】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の電磁妨害波低減方法において、金属筐体の寸法は、電磁波ノイズ規制の上限周波数より高い周波数だけで筐体内電磁波の共振周波数が発生するように設定することを特徴とする。

#### 【0010】

請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の電磁妨害波低減方法において、金属筐体を接合するための接合面を、放射状に形成される隙間部分の長手方向に沿うように設けることを特徴とする。

#### 【0011】

請求項4記載の発明は、請求項1から3の何れか1項に記載の電磁妨害波低減方法において、放射状に形成される隙間部分を金属筐体の上部または金属筐体の



下部または金属筐体の上下部に設けることを特徴とする。

【0012】

請求項5記載の発明は、請求項1から4の何れか1項に記載の電磁妨害波低減方法において、金属筐体に金属管を設け、該設けた金属管開口部の幅が低減する周波数の波長の半分以下とすることを特徴とする。

【0013】

請求項6記載の発明は、請求項1から5の何れか1項に記載の電磁妨害波低減方法において、金属筐体内部に設置される電子機器の電気信号を光信号に変換する電気光変換素子と、電気光変換素子により変換された光信号を隙間部分から筐体外部に送り出す光ファイバと、光ファイバにより筐体外部に送り出された光信号を電気信号に変換する光電気変換素子と、を新たに設け、金属筐体内の電子機器の電気信号を電気光変換素子により光信号に変換し、該変換した光信号を、光ファイバを介して隙間部分から筐体外部の光電気変換素子に送り出し電気信号に変換することを特徴とする。

【0014】

請求項7記載の発明は、請求項1から6の何れか1項に記載の電磁妨害波低減方法において、金属筐体内部に設置される電子機器の電気信号を赤外線に変換する電気赤外線変換素子と、電気赤外線変換素子により変換された赤外線を電気信号に変換する赤外線電気変換素子と、を新たに設け、金属筐体内の電子機器の電気信号を電気赤外線変換素子により赤外線信号に変換し、該変換した赤外線を隙間部分から筐体外部に送り出し、該送り出した赤外線を赤外線電気変換素子により電気信号に変換することを特徴とする。

【0015】

請求項8記載の発明は、請求項1から7の何れか1項に記載の電磁妨害波低減方法において、金属筐体に設置される電子機器で発生した熱を筐体外部に放出するヒートパイプを筐体壁面に沿って新たに設けることを特徴とする。

【0016】

請求項9記載の発明は、請求項1から8の何れか1項に記載の電磁妨害波低減方法において、金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いることを特

徴とする。

【0017】

請求項10記載の発明は、請求項9記載の電磁妨害波低減方法において、金属薄膜層を内側に施した筐体としてプラスチック素材を用いたことを特徴とする。

【0018】

請求項11記載の発明は、請求項5記載の電磁妨害波低減方法において、金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いる場合には、薄膜層に接触するように金属管を設けることを特徴とする。

【0019】

請求項12記載の発明は、金属筐体内部に設置される電子機器にて生じる電磁妨害波を低減させる筐体構造であって、金属筐体は、金属筐体内部で所定の数式によって算出される磁界の中心位置から放射状に形成された隙間部分を有することを特徴とする。

【0020】

請求項13記載の発明は、請求項12記載の筐体構造において、金属筐体の寸法は、電磁波ノイズ規制の上限周波数より高い周波数だけで筐体内電磁波の共振周波数が発生するように設定することを特徴とする。

【0021】

請求項14記載の発明は、請求項12または13記載の筐体構造において、金属筐体を接合するための接合面を、放射状に形成される隙間部分の長手方向に沿うように設けることを特徴とする。

【0022】

請求項15記載の発明は、請求項12から14の何れか1項に記載の筐体構造において、放射状に形成される隙間部分を金属筐体の上部または金属筐体の下部または金属筐体の上下部に設けることを特徴とする。

【0023】

請求項16記載の発明は、請求項12から15の何れか1項に記載の筐体構造において、金属筐体に金属管を設け、該設けた金属管開口部の幅が低減する周波数の波長の半分以下とすることを特徴とする。

**【0024】**

請求項17記載の発明は、請求項12から16の何れか1項に記載の筐体構造において、金属筐体内部に設置される電子機器の電気信号を光信号に変換する電気光変換素子と、電気光変換素子により変換された光信号を隙間部分から筐体外部に送り出す光ファイバと、光ファイバにより筐体外部に送り出された光信号を電気信号に変換する光電気変換素子と、を新たに設けたことを特徴とする。

**【0025】**

請求項18記載の発明は、請求項12から17の何れか1項に記載の筐体構造において、金属筐体内部に設置される電子機器の電気信号を赤外線に変換する電気赤外線変換素子と、電気赤外線変換素子により変換された赤外線を電気信号に変換する赤外線電気変換素子と、を新たに設けたことを特徴とする。

**【0026】**

請求項19記載の発明は、請求項12から18の何れか1項に記載の筐体構造において、金属筐体に設置される電子機器で発生した熱を筐体外部に放出するヒートパイプを筐体壁面に沿って新たに設けることを特徴とする。

**【0027】**

請求項20記載の発明は、請求項12から19の何れか1項に記載の筐体構造において、金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いることを特徴とする。

**【0028】**

請求項21記載の発明は、請求項20記載の筐体構造において、金属薄膜層を内側に施した筐体としてプラスチック素材を用いたことを特徴とする。

**【0029】**

請求項22記載の発明は、請求項16記載の筐体構造において、金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いる場合には、薄膜層に接触するように金属管を設けることを特徴とする。

**【0030】****【発明の実施の形態】****（第1の実施の形態）**

以下、添付図面を参照しながら本発明にかかる実施の形態について説明する。

まず、図1(a)を参照しながら本発明にかかる筐体構造の構成について説明する。

図1(a)に示す金属筐体1は、該金属筐体1に内蔵されたプリント基板2と、プリント基板2に具備する基板線路2bと、金属筐体1の具備する複数のスリット3と、を有して構成されている。

なお、金属筐体1における共振周波数 $f$ は、金属筐体1のX、Y、Z方向の長さを $X=a$ 、 $Y=b$ 、 $Z=c$ として電磁波の速さを $v$ とすれば、以下の数1で示される。

【0031】

【数1】

$$f = v \cdot \sqrt{\left(\frac{m}{2a}\right)^2 + \left(\frac{n}{2b}\right)^2 + \left(\frac{q}{2c}\right)^2}$$

$$m=1,2,3..., n=1,2,3..., q=0,1,2,..$$

【0032】

なお、上記数1において、 $m$ 、 $n$ 、 $q$ は、それぞれ、X、Y、Z方向の磁界パターンの数を示す。

【0033】

次に、図1(b)を参照しながら、ある磁界パターンにおける磁界の分布について説明する。

なお、図1(b)は、図1(a)において、数1に $m=3$ 、 $n=2$ 、 $q=0$ を代入した共振周波数での磁界の分布をZ軸から見たものであり、図1(b)に示す1が金属筐体であり、4が金属筐体内での周回する磁界分布、C1, 1~C3, 2が金属筐体内で周回する磁界の中心位置を示す。

なお、図1(b)に示す $C_{m1}$ 、 $n1$  ( $m1=1\sim m$  ( $m$ は任意の整数)、 $n1=1\sim n$  ( $n$ は任意の整数))の位置は、以下の数2により求めることが可能となる。

## 【0034】

【数2】

$$C_{m1,n1} = \left( \frac{a}{2m} + \frac{a}{m}(m1-1), -\left( \frac{b}{2n} + \frac{b}{n}(n1-1) \right) \right)$$

## 【0035】

ここで、金属筐体1において、 $a = 200 \text{ mm}$ 、 $b = 200 \text{ mm}$ 、 $c = 50 \text{ mm}$ とすれば、一番低い共振周波数  $f$  は、 $m = 1$ 、 $n = 1$ 、 $q = 0$  として、 $f = 1.061 \text{ GHz}$  となる。

また、金属筐体1の境界条件から筐体内の磁界分布は金属面の接線方向となり、 $1 \text{ GHz}$  より低い周波数でも1つの周回する磁界分布が筐体内では支配的となり、 $m = 1$ 、 $n = 1$ 、 $q = 0$  に近い磁界分布となる。

## 【0036】

なお、図2は、図1(a)をZ軸から見たものであり、周波数は $1 \text{ GHz}$  以下として、1は金属筐体、2は金属筐体に内蔵された電子機器（プリント基板）、3は金属筐体にある複数スリット、4は筐体内の磁界分布であり、1つの周回する磁界分布となっている。

なお、数2において、 $m = 1$ 、 $n = 1$ 、 $q = 0$ 、 $m1 = 1$ 、 $n1 = 1$  を代入すると、 $c1, 1 = (a/2, -b/2)$  となり、筐体の上部フタの中央位置を中心として放射状に複数スリット3を配置する。なお、5は筐体上部のフタを流れる誘導電流（破線の矢印）で筐体内部の磁界分布を打ち消すように流れる。

## 【0037】

周波数が $1 \text{ GHz}$  までは、筐体内の磁界分布は1つの周回する磁界分布が支配的であること、筐体上部フタの誘導電流は筐体内部の磁界分布を打ち消すように流れるため、筐体のフタの中心からふちへの向きと、ふちから中心へ向かう向きである。

## 【0038】

従って、筐体に配置されたスリットは、磁界分布ベクトルの周回の中心部分から磁界分布ベクトルに直角となるように設けるため、筐体のふたに発生する誘導

電流を妨げず、筐体に複数のスリットがありながら電磁波ノイズのシールド効果を得ることが可能となり、また放熱効果も得ることが可能となる。

#### 【0039】

次に、上記構成からなる筐体により得られた効果を数値シミュレーションにより検証する。

まず、図1に示すスリット3のように、中心部から放射状になる形状(CASE 1)と、図3に示すように、筐体上部にまったくフタがない形状(CASE 2)と、図4に示すスリット7のように、周回する磁界分布に沿うようにして発生する誘導電流を妨げる形状(CASE 3)と、について放射電界強度を計算する。

なお、図1、図3、図4の寸法形状を図5、図6、図7に示す。

ここで、 $a = 200\text{ mm}$ 、 $b = 200\text{ mm}$ 、 $d = 85\text{ mm}$ 、 $e = 35\text{ mm}$ 、 $f = 70\text{ mm}$ 、 $g = 5\text{ mm}$ である。ここでは有限差分時間領域法といわれる計算解析手法によるシミュレーションによって評価を行う。この解析では、解析空間を格子状に分割して、Maxwell方程式を差分して時間領域で解く。具体的には、入力点であるプリント基板2の入力端にガウシアンパルスを入力し、筐体直上の観測点で取り込んだ出力波形をフーリエ変換することにより周波数領域での情報を得ることが可能である。

#### 【0040】

まず、図1に示すCASE 1と、図3に示すCASE 2(比較例)との場合における放射電界強度を、筐体フタの直上の電界から計算する。図8にCASE 1とCASE 2とでの放射電界強度の周波数特性を示す。なお、図8(a)が周波数 $= 3.00\text{E}+09\text{ [Hz]}$ (3GHz)までを示し、図8(b)が周波数 $= 1.50\text{E}+09\text{ [Hz]}$ (1.5GHz)までを示す。

#### 【0041】

図8(b)からわかるようにフタの開いているCASE 2は周波数で $2.00\text{E}+08\text{ [Hz]}$ (200MHz)から $1.00\text{E}+09\text{ [Hz]}$ (1GHz)までの間で、 $8.00\text{E}-06\text{ [V/m]}$ を越えているのに対し、CASE 1では $2.00\text{E}+08\text{ [Hz]}$ (200MHz)から $1.00\text{E}+09\text{ [Hz]}$ (

1 GHz) までの間で、 $3.00 \times 10^{-6}$  [V/m] 以下である。これから CASE 1 の筐体フタの中心部から放射状になるスリット形状の方が、CASE 2 の筐体にフタがない場合より、 $2.00 \times 10^8$  [Hz] (200 MHz) から  $1.00 \times 10^9$  [Hz] (1 GHz) までの間で、2 倍以上のシールド効果があるのがわかる。

なお、上記において示した値は、CASE 1 と CASE 2 とを比較し、シールド効果があることを立証するために用いたおおよその値である。

#### 【0042】

次に、図 1 に示す CASE 1 と、図 4 に示す CASE 3 (比較例) との場合における放射電界強度を、筐体フタの直上の電界から計算する。

図 9 に CASE 1 と CASE 3 とでの放射電界強度の周波数特性を示す。図 9 (a) が、周波数 =  $3.00 \times 10^9$  [Hz] (3 GHz) までを示し、図 9 (b) が、周波数 =  $1.50 \times 10^9$  [Hz] (1.5 GHz) までを示す。

#### 【0043】

図 9 (b) からわかるように、CASE 3 は周波数で  $2.00 \times 10^8$  [Hz] (200 MHz) から  $1.00 \times 10^9$  [Hz] (1 GHz) までの間で、 $6.00 \times 10^{-6}$  [V/m] を越えているのに対し、CASE 1 では  $2.00 \times 10^8$  [Hz] (200 MHz) から  $1.00 \times 10^9$  [Hz] (1 GHz) までの間で、 $3.00 \times 10^{-6}$  [V/m] 以下である。CASE 1 が CASE 3 より  $2.00 \times 10^8$  [Hz] (200 MHz) から  $1.00 \times 10^9$  [Hz] (1 GHz) までの間で、2 倍以上のシールド効果があり、また図 9 (b) からわかるように CASE 1 の漏洩電界は、 $1.00 \times 10^8$  [Hz] (1 GHz) までは、ほぼ一定である。また、スリットがあることにより放熱効果もある。

#### 【0044】

なお、図 9 (a) に示すデータから明らかなように、一番低い共振周波数の 1.061 GHz より高い周波数でも CASE 1 は CASE 3 より漏洩電界が低くシールド性が高いことが確認できる。

#### 【0045】

(第 2 の実施の形態)

次に、図10を参照しながら、第1の実施の形態において、筐体1に形成される隙間部分3の長手方向に沿うように、金属筐体を結合するための金属筐体接合面を設けた場合について説明する。

図10(a)において、1が金属筐体、2が金属筐体に内蔵された電子機器（プリント基板）、3が金属筐体にある複数のスリット、8が筐体接合面、9が発生した誘導電流である。

第1の実施の形態における筐体形状、周波数であるならば9の誘導電流は筐体の上部フタの中央から流れる、あるいは、中央に向かう電流だけである。そして8の筐体接合面が筐体の隙間部分の長手方向に沿うようにしているので、結果として電流の流れに沿って、簡便な導電処理で高く安定したシールド性が期待できる。

図10(a)に対して図10(b)が比較例であり、9bが誘導電流で8bが筐体接合面である。8bの筐体接合面は9bの誘導電流に直角になるようし、9bの筐体接合面の導電処理が不完全だと誘導電流が十分に流れず、シールド性が期待できない。

従って、第1の実施の形態において形成された隙間部分の長手方向に沿うように筐体接合面を設けることで、筐体接合部分の導電性が悪くても安定した電磁波ノイズの低減効果を得ることが可能となる。

#### 【0046】

（第3の実施の形態）

次に、図11を参照しながら、第1の実施の形態において、金属筐体上部あるいは金属筐体上下部に複数の隙間部分を設けた場合について説明する。

図11において、3が金属筐体上部にある複数スリット、3bが金属筐体底部にある複数スリットである。

このように、筐体の上部および底部にスリットを設けることで対流によりさらに効果的な放熱効果を得ることが可能となる。

なお、筐体の底部のみにスリットを設けることも可能である。

#### 【0047】

（第4の実施の形態）



次に、図12を参照しながら、第1の実施の形態において、金属筐体に金属管を設けその幅が低減する周波数の波長の半分以下とする場合について説明する。

図12において、10が金属管で、10bが金属管の開口部、10cが開口部の幅とする。ここで金属開口部の高さより、10cの幅の方が大きいとする。一般には金属矩形導波管では半波長以下の管幅で電磁波は伝達しない。そこでEMI規制の上限周波数を1GHzとすると、半波長は0.165mである。これで10cの寸法を0.165mとすると1GHz以下の電磁波は10bの開口部から漏洩しないので、ここから2の電子機器（プリント基板）の信号線を引くことが可能となる。

従って、金属筐体に信号線を通すための金属管を設け、該設けた金属管の開口部の幅が低減する周波数の波長の半分以下とすることで、信号線を通す金属管からは低減する周波数より低い周波数の電磁波は漏洩できないこととなる。

#### 【0048】

（第5の実施の形態）

次に、図13を参照しながら、第1の実施の形態において、電気信号を光信号に変換するための電気光変換素子と、光信号を電気信号に変換するための光電気変換素子と、光ファイバと、を付加した場合について説明する。

図13において、11が電気光変換素子で、12が光ファイバ、13が光電気変換素子である。2の電子機器（プリント基板）からの電気信号を11の電気光変換素子に送り、光信号に変換する。該変換された光信号は12光ファイバにより3のスリットの隙間から1の筐体外部に出て、13の光電気変換素子で電気信号に変換される。この構成で筐体外部との信号のやり取りが出来、また信号伝送用開口部からの全周波数での電磁波漏洩がなくなる。

従って、筐体内部に設置される電子機器に対して、電気光変換素子を接続し、電気光変換素子に接続された光ファイバを、筐体に形成された隙間部分から筐体外部に出し、該光ファイバに光電気変換素子を接続することで、電子機器の信号を電気光変換素子により光信号に変換し、該変換した光信号を光ファイバを介して筐体外部に放出し、光電気変換素子により電気信号に変換することで、筐体外部との信号のやり取りが行え、信号伝送用開口部からの全周波数での電磁波漏洩

がなくなることとなる。

#### 【0049】

(第6の実施の形態)

次に、図14を参照しながら、第1の実施の形態において、電気信号を赤外線に変換する電気赤外線変換素子と、赤外線を電気信号に変換する赤外線電気変換素子と、を設けた場合について説明する。

図14において、14が電気赤外線変換素子で、15が放射された赤外線、16が赤外線電気変換素子である。2の電子機器（プリント基板）からの信号を14の電気赤外線変換素子に送り、15の赤外線信号に変える。変換された赤外線信号は3のスリットの隙間から1の筐体外部に出て、16の赤外線電気変換素子で電気信号に変換される。この構成で筐体外部との信号のやり取りができ、また信号伝送用開口部からの全周波数での電磁波漏洩がなくなる。そして比較的安価に実施が可能となる。

従って、筐体内部に設置される電子機器に対して、電気赤外線変換素子を接続し、電気赤外線変換素子から放射された赤外線が、筐体に形成された隙間部分を介して、筐体外部に設けられた赤外線電気変換素子に送られ、該赤外線電気変換素子により、電気信号に変換することで、筐体外部との信号のやり取りが行われ、また信号伝送用開口部からの全周波数での電磁波漏洩がなくなることとなる。

#### 【0050】

(第7の実施の形態)

次に、図15を参照しながら、第1の実施の形態において、ヒートパイプを設けた場合について説明する。

図15(a)において、17がヒートパイプ、18が発生する磁界である。

2の電子機器（プリント基板）で発生した熱を17のヒートパイプで19の筐体壁面に熱を逃がす。この場合に17のヒートパイプを出来るだけ筐体壁面に沿うように設置する。一般にヒートパイプの表面は金属でできており、磁界は金属表面を接線方向に分布する。しかし17のヒートパイプが筐体壁面に沿うようになっているため18の磁界分布はほとんど乱れない。このためヒートパイプによりさらに放熱効果が期待でき、また磁界分布が乱れないのでヒートパイプにいる

シールド効果の低下はない。図15(b)が図15(a)の比較例であるが17bのヒートパイプが筐体壁面に沿っておらず、筐体の中央を横切っている。このため、18bの磁界分布が大きく乱れる。

従って、筐体内部に設置される電子機器と接続させるヒートパイプを筐体壁面に沿って設けることで、放熱性が上がり、ヒートパイプによる磁界分布の乱れ及び電磁波シールド性の低減を抑えることが可能となる。

#### 【0051】

##### (第8の実施の形態)

第1から第7の実施の形態では、金属筐体を用いた場合について説明したが、第8の実施の形態では、プラスチック筐体の内側に金属薄膜層が施されたものを用いることとする。

これにより、製造が容易なプラスチック筐体を用いて、第1から第7の実施の形態において説明した金属筐体と同様に電磁波ノイズのシールド効果と放電効果とを得ることが可能となる。

#### 【0052】

以下、金属薄膜層を内側に施したプラスチック筐体を用いた場合における実際の効果を数値シミュレーションにより検証する。

なお、プラスチック筐体を用いた場合は、図16に示すようにプラスチック筐体の内側に金属薄膜層を施すこととなる。図16はプラスチック筐体の断面図を示し、1aがプラスチック筐体、1bがプラスチック筐体の内側に施された金属薄膜層、2がプラスチック筐体内部に内蔵されたプリント基板を示す。

なお、第8の実施の形態における筐体の構成は第1の実施の形態と同様に構成されているものとする。

#### 【0053】

まず、図1に示すスリット3の様に、中心部から放射状になる形状(CASE 1)と、図3に示す様に筐体上部にまったくフタがない形状(CASE 2)と、図4に示すスリット7の様に、周回する磁界分布に沿うようにして発生する誘導電流を妨げる形状(CASE 3)と、について放射電界強度を計算する。図1、図3、図4の寸法形状を図5、6、7に示す。ここで、 $a = 200\text{ mm}$ 、 $b = 2$

00 mm,  $d = 85$  mm,  $e = 35$  mm,  $f = 70$  mm,  $g = 5$  mm、なお、プラスチックの比誘電率は3、プラスチックの厚さは5 mmとする。

ここでは、第1の実施の形態と同様に、有限差分時間領域法といわれる計算解析手法によるシミュレーションによって評価を行う。

#### 【0054】

まず、図1に示すCASE 1と図3に示すCASE 2（比較例）との場合における放射電界強度を、筐体フタの直上の電界から計算する。図17にCASE 1とCASE 2との放射電界強度の周波数特性を示す。図17（a）が周波数 $= 3.00 \times 10^9$  [Hz]（3 GHz）までを示し、図17（b）が周波数 $= 1.40 \times 10^9$  [Hz]（1.4 GHz）までを示す。

#### 【0055】

図17（b）のデータからわかるように、フタの開いているCASE 2は周波数が $2.00 \times 10^8$  [Hz]（200 MHz）から $1.00 \times 10^9$  [Hz]（1 GHz）までの間で、 $1.00 \times 10^{-5}$  [V/m]を越えているのに対し、CASE 1では $2.00 \times 10^8$  [Hz]（200 MHz）から $1.00 \times 10^9$  [Hz]（1 GHz）までの間で $4.00 \times 10^{-6}$  [V/m]以下である。これからCASE 1の筐体フタの中心部から放射状になるスリット形状の方が、CASE 2の筐体にフタがない場合より、 $2.00 \times 10^8$  [Hz]（200 MHz）から $1.00 \times 10^9$  [Hz]（1 GHz）までの間で2倍以上のシールド効果があるのがわかる。

#### 【0056】

次に、図1のCASE 1と図4のCASE 3（比較例）との場合における放射電界強度を筐体フタの直上の電界から計算する。図18にCASE 1とCASE 3とでの放射電界強度の周波数特性を示す。図18（a）が周波数 $= 3.00 \times 10^9$  [Hz]（3 GHz）までを示し、図18（b）が周波数 $= 1.40 \times 10^9$  [Hz]（1.4 GHz）までを示す。

#### 【0057】

図18（b）のデータからわかるようにCASE 3は周波数が $5.00 \times 10^8$  [Hz]（500 MHz）から $1.00 \times 10^9$  [Hz]（1 GHz）までの

間で  $8.00 \times 10^{-6}$  [V/m] を越えているのに対し、CASE 1 では  $2.00 \times 10^8$  [Hz] (200 MHz) から  $1.00 \times 10^9$  [Hz] (1 GHz) の間で  $4.00 \times 10^{-6}$  [V/m] 以下である。CASE 1 が CASE 3 より  $5.00 \times 10^8$  [Hz] (500 MHz) から  $1.00 \times 10^9$  [Hz] (1 GHz) までの間で 2 倍以上のシールド効果があり、また、図 18 (b) のデータからわかるように CASE 1 の漏洩電界は  $1.00 \times 10^9$  [Hz] (1 GHz) まではほぼ一定である。またスリットがあることにより放熱効果もある。

なお、図 18 (a) のデータにより一番低い共振周波数の  $1.061$  GHz より高い周波数でも CASE 1 は CASE 3 より漏洩電界が低くシールド性が高いのが確認できる。

#### 【0058】

なお、上述する実施の形態は、本発明の好適な実施の形態であり、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更実施が可能である。

例えば、第 8 の実施の形態においては、金属薄膜層を内側に施したプラスチック筐体を用いたが、これに限定されるものではなく、金属薄膜層を内側に形成することが可能となる材料を用いた筐体であれば適用可能となる。

なお、第 4 の実施の形態において、金属筐体として金属薄膜層を内側に施した筐体を用いる場合には、金属薄膜層に接触するように金属管を設けることとする。

#### 【0059】

##### 【発明の効果】

以上の説明より明らかなように本発明は以下のような効果を奏する。

第 1 の効果として、所定の数式により算出された位置を中心として放射状に複数の隙間部分を前記金属筐体に設けることで電磁波ノイズ低減と放熱効果の両立ができることとなる。

#### 【0060】

第 2 の効果として、金属筐体の寸法を、電磁波ノイズ規制の上限周波数より高い周波数だけで筐体内電磁波の共振周波数が発生するように設定することで、漏洩する電磁界強度を一定にすることが可能となる。

**【0061】**

第3の効果として、金属筐体に設けた隙間部分の長手方向に沿うように金属筐体接合面を設けることで筐体接合部の導電性が悪くても安定した電磁波ノイズの低減効果がある。

**【0062】**

第4の効果として、金属筐体上部または金属筐体上下部に複数の隙間部分を設けることで、筐体の放熱性がさらに高まることとなる。

**【0063】**

第5の効果として、金属筐体に金属官を設け、該設けた金属官開口部の幅が低減する周波数の波長の半分以下とすることで、信号線を通す金属管からは低減する周波数より低い周波数の電磁波は漏洩できないこととなる。

**【0064】**

第6の効果として、電気光変換素子と、光電気変換素子と、光ファイバと、を設け、金属筐体内の電子機器の電気信号を電気光変換素子により光信号に変換し、光ファイバを隙間部分から筐体外部に出し、光電気変換素子により電気信号に変換することで、筐体外部との信号のやり取りが行え、また信号伝送用開口部からの全周波数での電磁波漏洩がなくなる。

**【0065】**

第7の効果として、電気赤外線変換素子と、赤外線電気変換素子と、を設け、金属筐体内の電子機器の電気信号を電気赤外線変換素子により赤外線に変換し、該変換した赤外線を隙間部分から筐体外部に出し、赤外線電気変換素子により電気信号に変換することで、筐体外部との信号のやり取りが行え、また信号伝送用開口部からの全周波数での電磁波漏洩がなくなる。また、安価にシステムが構築することが可能となる。

**【0066】**

第8の効果として、金属筐体にヒートパイプを設け、該設けたヒートパイプが筐体壁面に沿って設けることで、より放熱性があがり、ヒートパイプにより本来の磁界分布が乱れ、電磁波シールド性が低下するのを防ぐことが可能となる。

**【0067】**

第9の効果として、金属筐体として、金属薄膜層を設けたプラスチックを用いることで、製造が容易なプラスチックを用いても金属筐体と同様な効果を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明にかかる筐体の構造を示す図であり、(a)は筐体を立体構造で示した図であり、(b)は筐体に生じる磁界の分布をZ軸上から見た図である。

【図2】

筐体に生じる磁界の分布をZ軸上から見た図である。

【図3】

筐体上部に蓋がない形状を示す図である。

【図4】

周回する磁界分布に沿うようにして発生する誘導電流を妨げる形状を示す図である。

【図5】

図1の寸法形状を説明するための図である。

【図6】

図3の寸法形状を説明するための図である。

【図7】

図4の寸法形状を説明するための図である。

【図8】

図1と図3とにおける放射電界強度の周波数特性を示す図であり（金属筐体）、(a)は周波数が3GHzまでを示し、(b)は周波数が1.4GHzまでを示す図である。

【図9】

図1と図4とにおける放射電化強度の周波数特性を示す図であり（金属筐体）、(a)は周波数が3GHzまでを示し、(b)は周波数が1.4GHzまでを示す図である。

【図10】

筐体の隙間部分の長手方向に沿うように筐体接合面を設けたことを示す図であり、(a) は本発明にかかる実施例を示す図であり、(b) は比較例を示す図である。

【図 1 1】

筐体上部あるいは筐体上下部に複数の隙間部分を設けたことを示す図である。

【図 1 2】

筐体に金属管を設けたことを示す図である。

【図 1 3】

電気光変換素子と、光電気変換素子と、光ファイバと、を設けたことを示す図である。

【図 1 4】

電気赤外線変換素子と、赤外線電気変換素子と、を設けたことを示す図である。

【図 1 5】

ヒートパイプを設けたことを示す図であり、(a) は本発明にかかる実施例を示す図であり、(b) は比較例を示す図である。

【図 1 6】

筐体に金属薄膜層を施した例を示す図である。

【図 1 7】

図 1 と図 3 とにおける放射電化強度の周波数特性を示す図であり（金属薄膜層を施したプラスチック筐体）、(a) は周波数が 3 GHz までを示し、(b) は周波数が 1.4 GHz までを示す図である。

【図 1 8】

図 1 と図 4 とにおける放射電化強度の周波数特性を示す図であり（金属薄膜層を施したプラスチック筐体）、(a) は周波数が 3 GHz までを示し、(b) は周波数が 1.4 GHz までを示す図である。

【符号の説明】

1 金属筐体

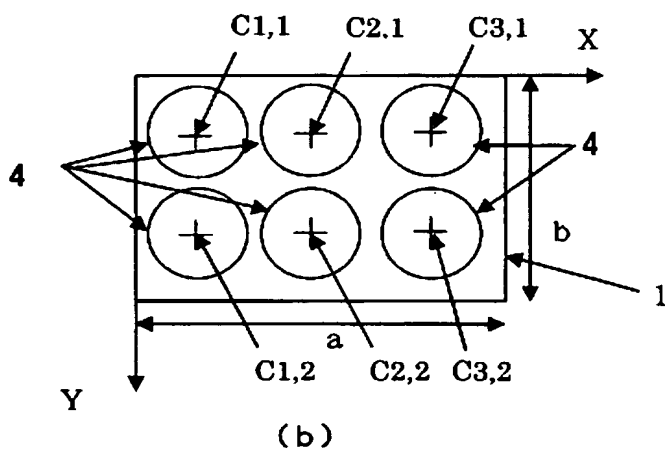
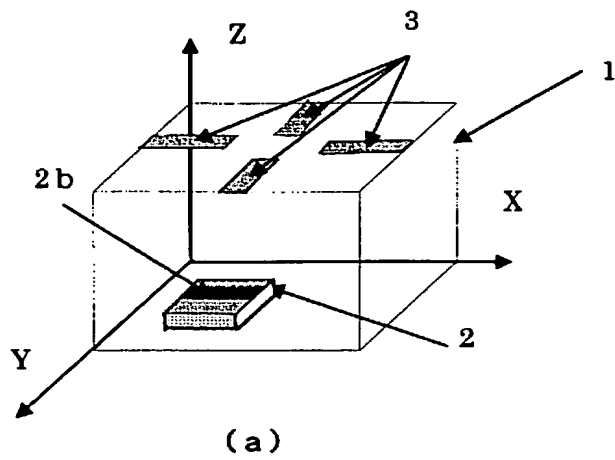
1 a プラスチック筐体



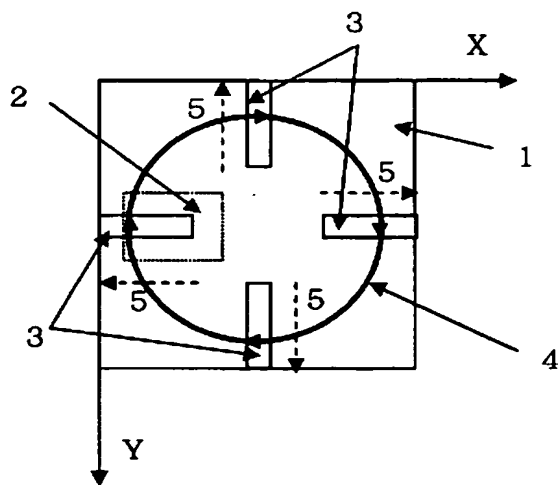
- 1 b 金属薄膜層
- 2 電子機器
- 2 b プリント基板線路
- 3、3 b、7 複数スリット
- 4 磁界分布
- 5、9、9 b 誘導電流
- 8、8 b 筐体接合面
- 10 金属管
- 11 電気光変換素子
- 12 光ファイバ
- 13 光電気変換素子
- 14 電気赤外線変換素子
- 15 赤外線信号
- 16 赤外線電気変換素子
- 17、17 b ヒートパイプ
- 18、18 b 磁界
- 19 壁面

【書類名】 図面

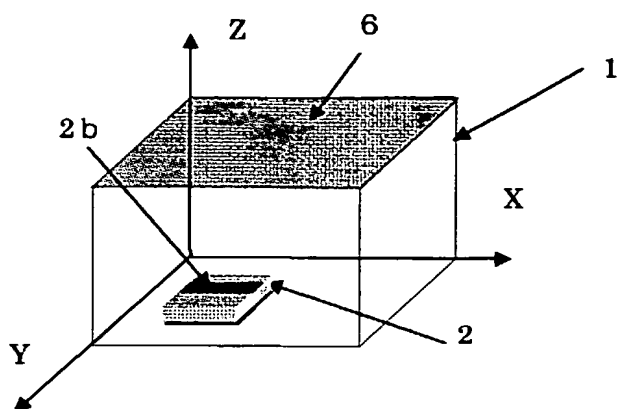
【図 1】



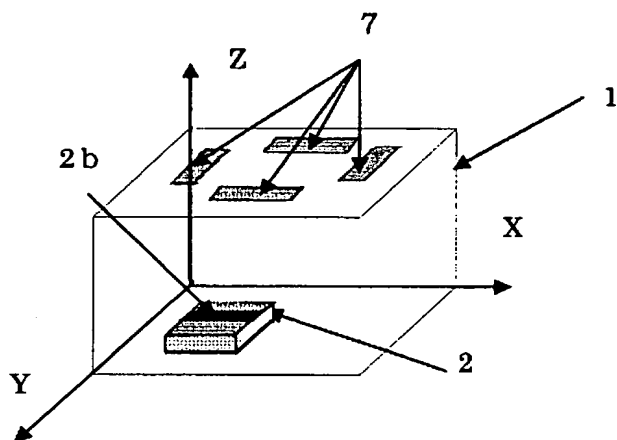
【図 2】



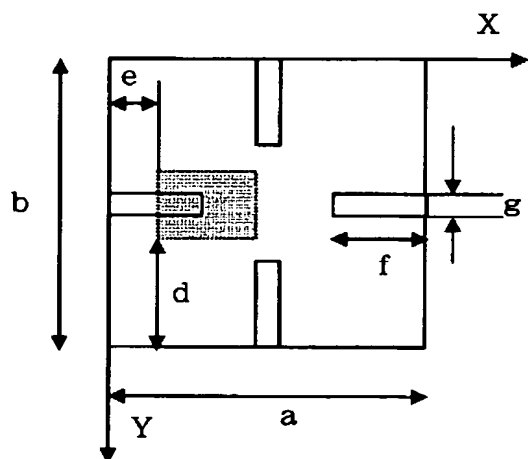
【図 3】



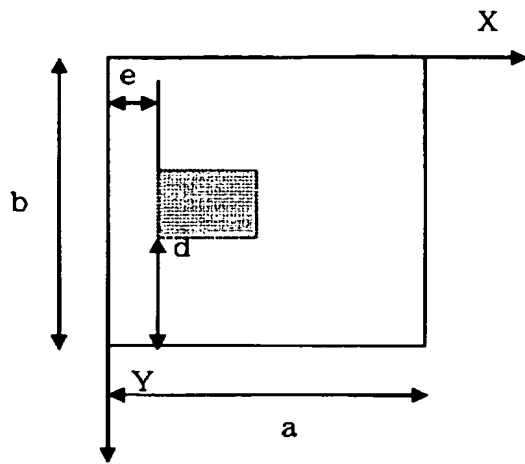
【図 4】



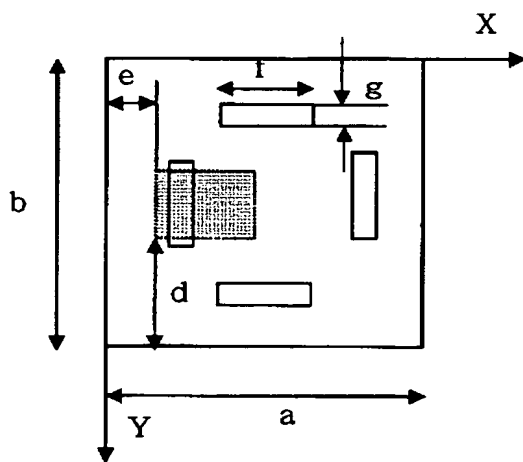
【図 5】



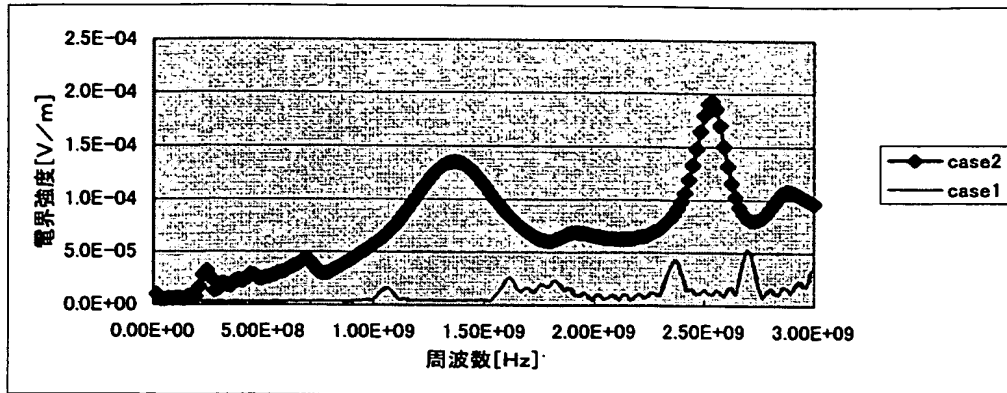
【図 6】



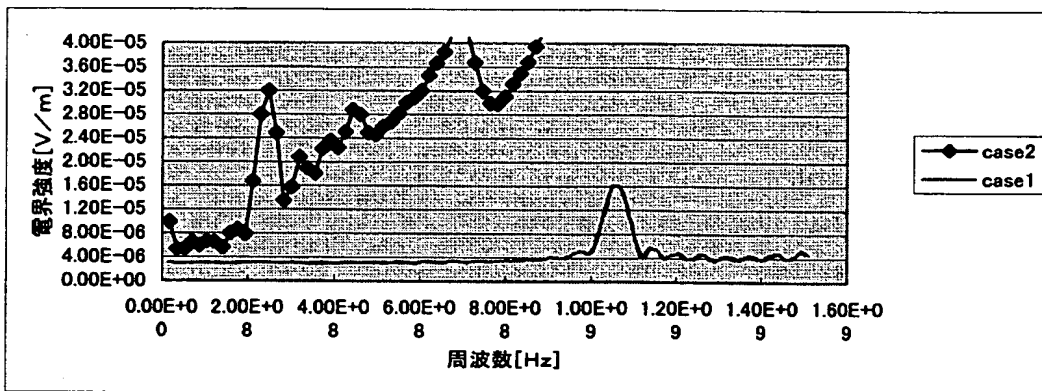
【図 7】



【図 8】

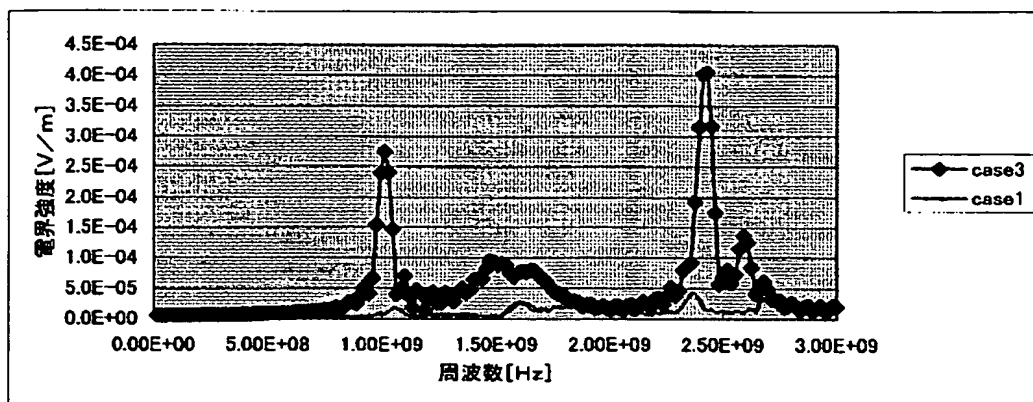


(a)

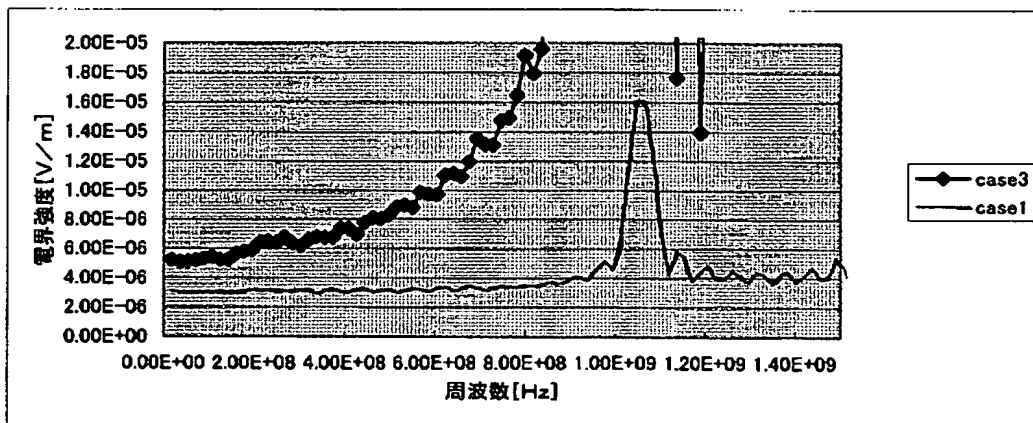


(b)

【図 9】

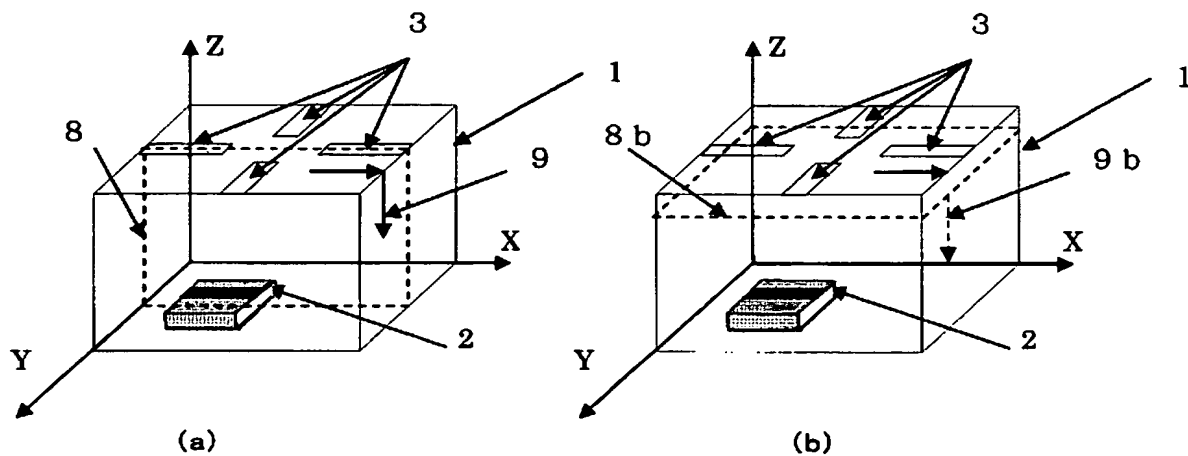


(a)

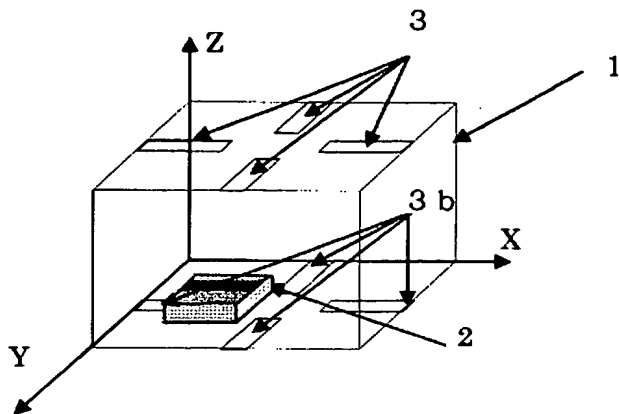


(b)

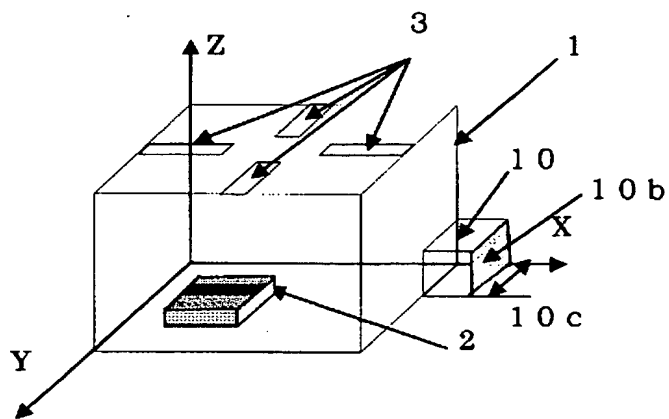
【図 10】



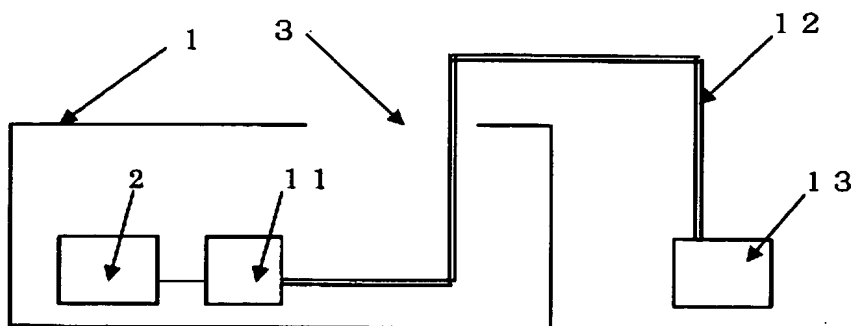
【図 1 1】



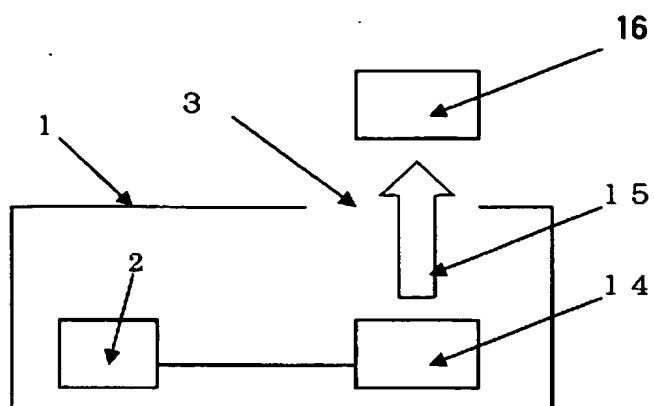
【図 1 2】



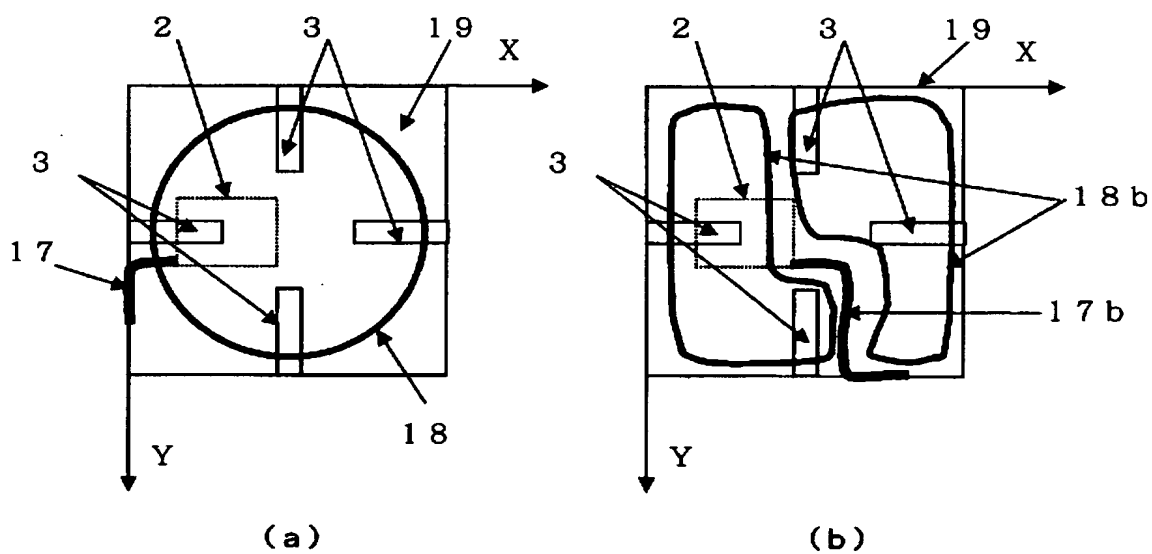
【図 1 3】



【図 14】

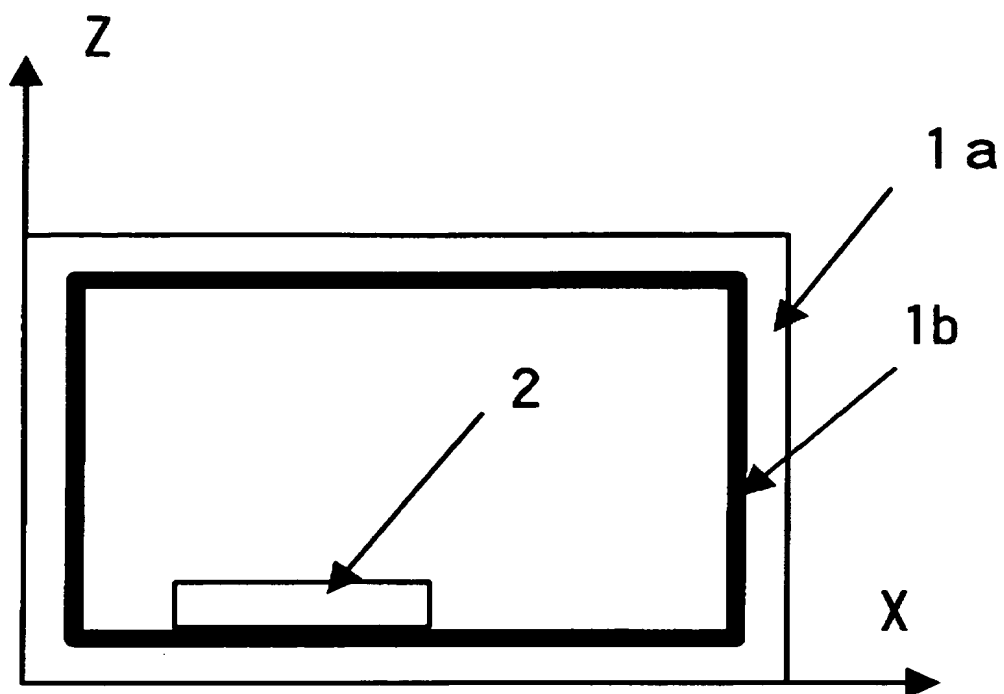


【図 15】

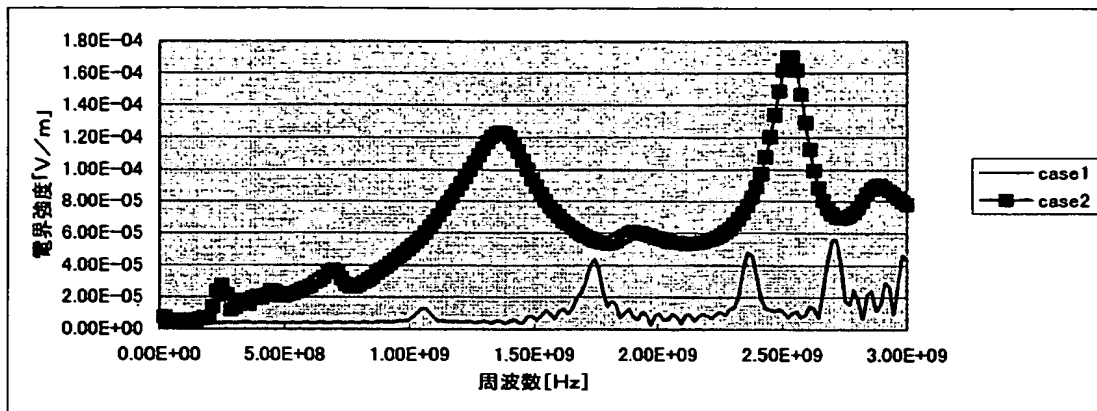




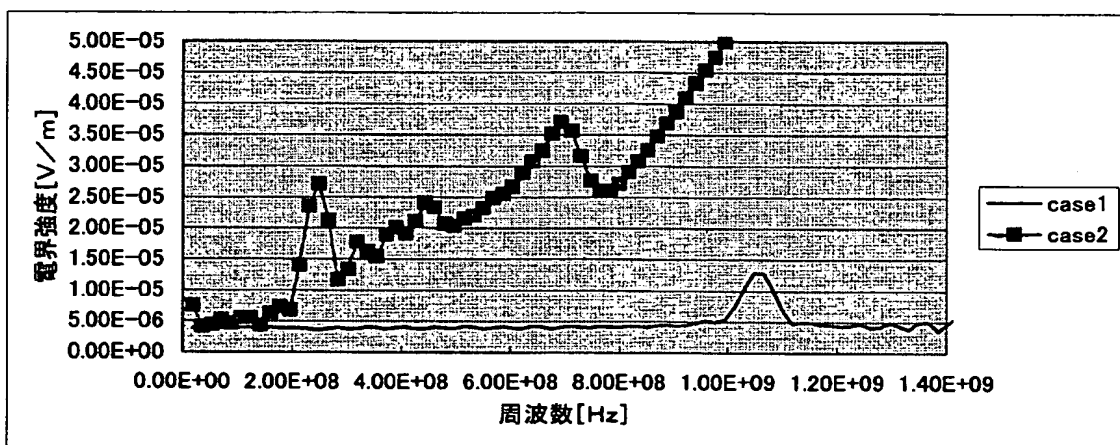
【図 16】



【図 17】

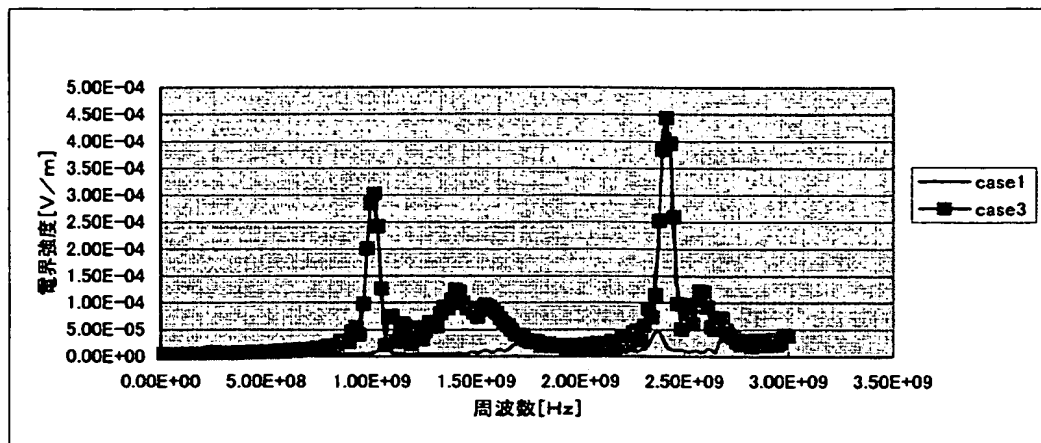


(a)

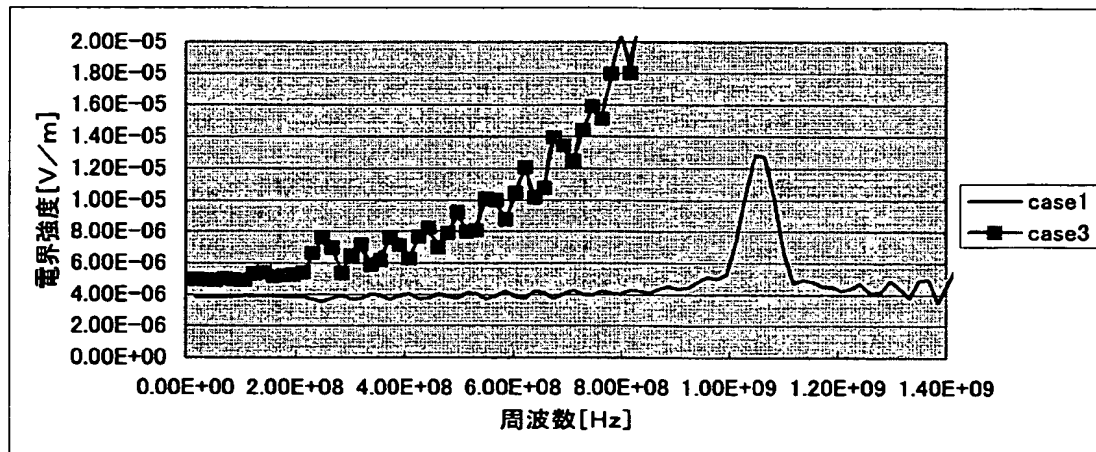


(b)

【図 18】



(a)



(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子機器の構成を複雑にすることなく、電磁波ノイズのシールドと放熱効果を両立した電磁妨害波低減方法を提供する。

【解決手段】 金属筐体 1 の内部に設置される電子機器 2 にて生じる電磁妨害波を低減させるために、金属筐体 1 の内部に発生する磁界 4 の中心位置から放射状に隙間部分 3 を金属筐体 1 に形成する。筐体 1 に形成された隙間部分 3 は、磁界ベクトルの周回の中心部分から磁界ベクトルに直角となるように設けるため、筐体 1 の蓋に発生する誘導電流を妨げず、筐体 1 に複数のスリットがありながら電磁波ノイズのシールド効果を得ることが可能となり、また、放熱効果も得ることが可能となる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 3 1 3 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 7 4 7 ]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 5 月 1 7 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

氏 名

株式会社リコー